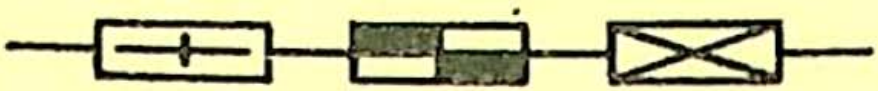
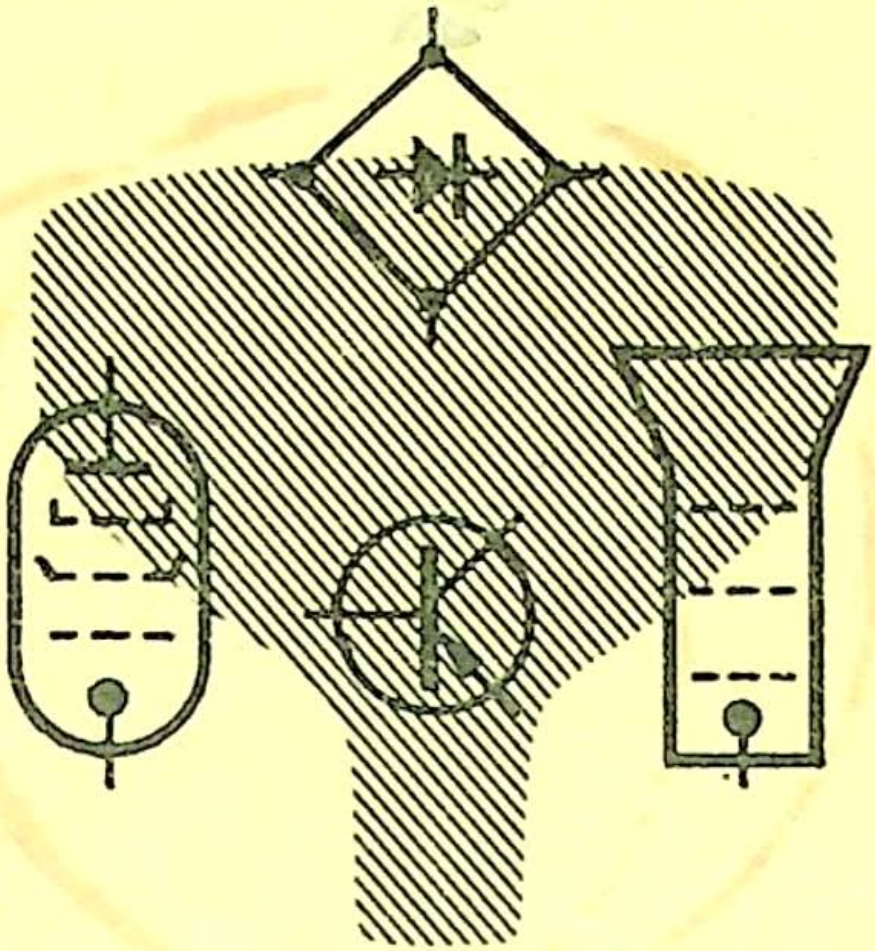
DAS FACHWISSEN IN DER WESTENTASCHE · HEFT 8





Werkstatthelfer

für

Radio- und Fernsehtechniker

Vorwort

ockelschaltbilder, die Belastbarkeit von
Widerständen, die Kennzeichnung von
Einzelteilen, aber auch Formeln und
Tabellen braucht man in der Radio- und
Fernsehwerkstatt. Alles kann man nicht
im Kopf haben. Hier springt der „Werk-
tatthelfer" ein und bringt auf 36 Seiten
in größter Konzentration nötiges Wis-
sen für Meister, Gesellen und Lehrlinge

Korbach/Waldeck im Januar 1969

Der Verlag

DAS FACHWISSEN IN DER WESTENTASCHE · HEFT 8

Werkstatthelfer

für

Radio- und Fernsehtechniker

Zusammengestellt von

Dr. Adolf Renardy

1,20 DM

4. Auflage · Preis [redacted]
26.-35. Tausend

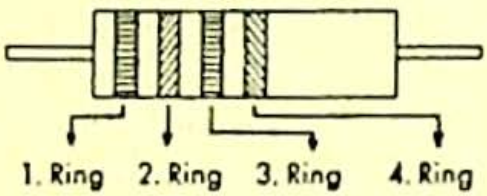
Wilhelm Bing Verlag · 354 Korbach (Waldeck)

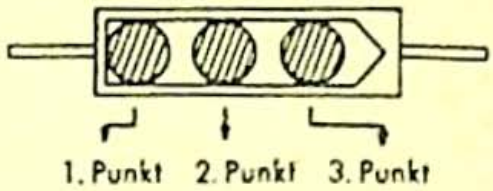
Farbencode für Widerstände und Kondensatoren

Widerstände in Ohm, Kondensatoren in Pikofarad

Farbe	1. Ring, Punkt oder Körperfarbe	2. Ring, Punkt od. Kappe	3. Ring, Punkt oder Farbpunkt	4. Ring Toleranz
schwarz	0	0		–
braun	1	1	0	± 1%
rot	2	2	00	± 2%
orange	3	3	000	–
gelb	4	4	0000	–
grün	5	5	00000	–
blau	6	6	000000	–
violett	7	7	0000000	–
grau	8	8	00000000	–
weiß	9	9	000000000	–
gold	–	–	0,1	± 5%
silber	–	–	0,01	± 10%

Widerstände ohne Kennzeichnung besitzen Toleranzen von ± 20%





Formeln für Gleichstrom

Ohmsches Gesetz

$$\boxed{I = \frac{U}{R}} \qquad U = I \cdot R \qquad R = \frac{U}{I}$$

Elektrische Leistung

$$\boxed{P = U \cdot I} \qquad U = \frac{P}{I} \qquad I = \frac{P}{U}$$

$$P = I^2 \cdot R \qquad U^2 = P \cdot R \qquad I^2 = \frac{P}{R}$$

$$P = \frac{U^2}{R} \qquad U = \sqrt{P \cdot R} \qquad I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$R = \frac{P}{I^2} \qquad R = \frac{U^2}{P}$$

Widerstand elektrischer Leitungen

$$\boxed{R = \frac{\varrho \cdot l}{A}} \qquad A = \frac{\varrho \cdot l}{R} \qquad l = \frac{R \cdot A}{\varrho} \qquad \varrho = \frac{R \cdot A}{l}$$

$$\boxed{R = \frac{l}{\varkappa \cdot A}} \qquad A = \frac{l}{\varkappa \cdot R} \qquad I = R \cdot A \cdot \varkappa \qquad \varkappa = \frac{l}{R \cdot A}$$

Widerstandszunahme bei Erwärmung

$$\boxed{R_t = R\,[1 + \alpha(t - 20)]}$$

R = Widerstand bei + 20 ° C

R_t = Widerstand bei abweichender Temp.

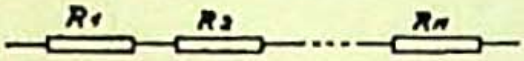
t = Temperatur in Grad C

α = Temperaturkoeffizient

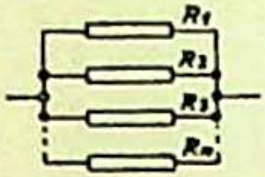
Material	bei 20° C ϱ	bei 20° C $\varkappa$	bei 20° C α
Silber	0,016	62,5	0,0037
Kupfer	0,0175	57,2	0,0040
Eisen	0,1500	6,7	0,0046
Aluminium	0,0300	33,3	0,0038
Wolfram	0,0550	18,2	0,0040
Quecksilber	0,96	1,04	0,0009
Konstantan	0,5	2,0	$5 \cdot 10^{-6}$
Manganin	0,43	2,3	$4 \cdot 10^{-6}$

Formeln für Gleichstrom

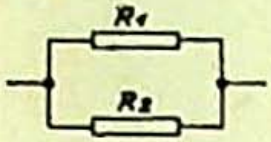
Zusammenschaltung von Widerständen



$$R_{ges} = R1 + R2 + \cdots Rn$$

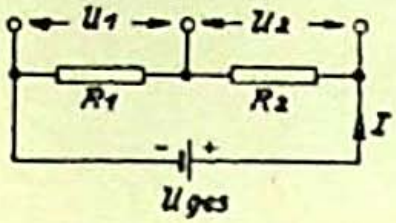


$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \cdots\cdots \frac{1}{Rn}$$



$$R_{ges} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}; \quad R1 = \frac{R2 \cdot R_{ges}}{R2 - R_{ges}}; \quad R2 = \frac{R1 \cdot R_{ges}}{R1 - R_{ges}}$$

Spannungsteiler



unbelastet: $U_{ges} = U1 + U2$

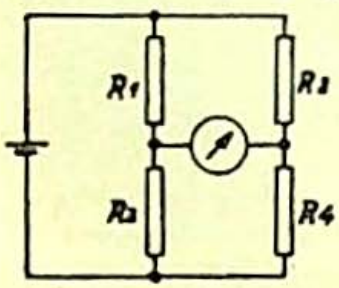
$$U1 = I \cdot R1 \quad U2 = I \cdot R2 \quad U_{ges} = I \cdot (R1 + R2)$$

$$\frac{U1}{U2} = \frac{R1}{R2} \qquad \frac{U_{ges}}{U1} = \frac{R_{ges}}{R1} \qquad \frac{U_{ges}}{U2} = \frac{R_{ges}}{R2}$$

$$U1 = \frac{R1 \cdot U2}{R2} \quad U2 = \frac{R2 \cdot U1}{R1} \quad U_{ges} = \frac{R_{ges} \cdot U1}{R1} \quad R1 = \frac{U1 \cdot R2}{U2} \quad R2 = \frac{U2 \cdot R1}{U1}$$

Bei Belastung des Spannungsteilers hängen Gesamtwiderstand, Strom und Teilspannungen von der Größe des Belastungswiderstandes ab. Von Fall zu Fall ist der Gesamtwiderstand aus einem Teilwiderstand des Spannungsteilers parallel zum Belastungswiderstand zu berechnen

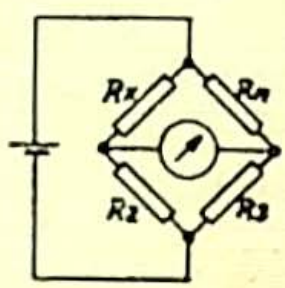
Brückenschaltung



Die Brücke ist abgeglichen bei

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$

$$\frac{Rx}{R2} = \frac{Rn}{R3}; \quad Rx = Rn\frac{R2}{R3}$$



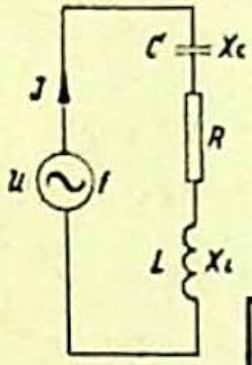
Formeln für Wechselstrom

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = U_{max} \cdot 0{,}707; \quad \sqrt{2} = 1{,}4142$$

$$U_{max} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} = \frac{U_{eff}}{0{,}707} \qquad \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = I_{max} \cdot 0{,}707; \quad I_{max} = I_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

Ohmsches Gesetz für Wechselstrom



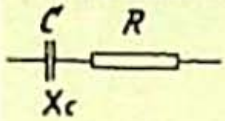
$$I = \frac{U}{Z} \qquad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$$

$$U = I \cdot Z \qquad X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

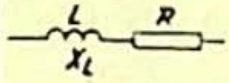
$$Z = \frac{U}{I} \qquad X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi \cdot f \cdot L - \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}\right)^2}}$$

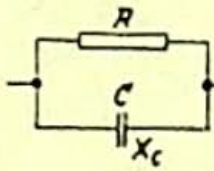
Zusammenschaltung von Wirk- u. Blindwiderstand



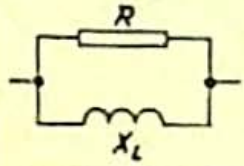
$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}; \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z}; \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}\right)^2}$$



$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}; \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z}; \quad Z = \sqrt{R^2 + (2\pi \cdot f \cdot L)^2}$$

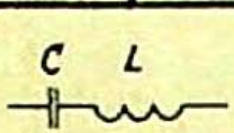


$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_c^2}; \quad \operatorname{tg}\varphi = X_c \cdot R; \quad Z = \sqrt{\frac{R^2}{1 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot R^2 \cdot C^2}}$$



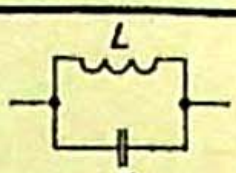
$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}; \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{R}{X_L}; \quad Z = \sqrt{\frac{R^2 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L^2}{R^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L^2}}$$

Resonanzkreise RC-Filter Begriffe



Serien- oder Reihen-Resonanzkreis

Bei der Resonanzfrequenz fr ist $X_L = X_C$, weist der Serien- oder Reihenresonanzkreis den kleinsten, der Parallelresonanzkreis den größten Widerstand auf.



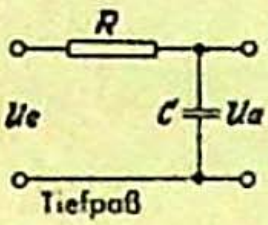
Parallel-Resonanzkreis

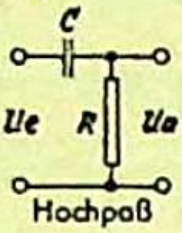
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \qquad L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_r^2 \cdot C} \qquad C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_r^2 \cdot L}$$

Elektrische Leistung des Wechselstroms

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \qquad \cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I} \qquad U = \frac{P}{I \cdot \cos\varphi} \qquad I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

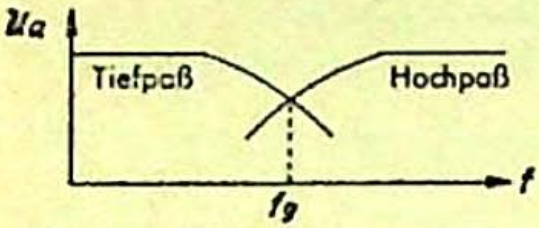
RC-Tief- und Hochpaß-Filter





Bei der Grenzfrequenz fg ist bei beiden Filtern $R = X_C$

$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} \qquad R \cdot C = \tau$$



Filter mit gleicher Zeitkonstante τ weisen die gleiche Grenzfrequenz auf.

Bei der Grenzfrequenz ist $U_a = \frac{U_e}{\sqrt{2}}$.

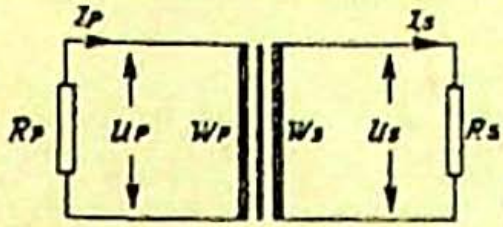
Bei der Grenzfrequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen Ue und Ua 45°

Begriffe der Lehre vom Wechselstrom

Z = Scheinwiderstand (Impedanz)
R = Wirkwiderstand (Resistanz)
X = Blindwiderstand (Reaktanz)
X_C = kapaz. Blindwiderstand (Kapazitanz)
X_L = indukt. Blindwiderstand (Induktanz)
φ = Phasenwinkel

P = Wirkleistung
Q = Blindleistung
S = Scheinleistung
G = Wirkleitwert
Y = Scheinleitwert
B = Blindleitwert

Transformator Meßbereich-Erweiterung



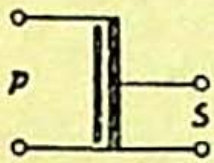
$\ddot{u} = W_P : W_S$

Beim verlustfreien Transformator ist die Leistung auf der Sekundärseite gleich der auf der Primärseite, ferner

$$\ddot{u} = \frac{W_P}{W_S} = \frac{U_P}{U_S} = \frac{I_S}{I_P} = \sqrt{\frac{R_P}{R_S}}$$

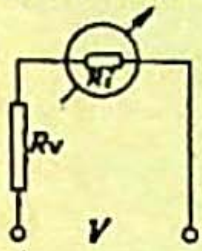
$$\ddot{u}^2 = \frac{R_P}{R_S} \qquad R_P = R_S \cdot \ddot{u}^2 \qquad R_S = \frac{R_P}{\ddot{u}^2} \qquad \ddot{u} = \sqrt{\frac{R_a}{Z_l}}$$

Anwendungen: Anpassung der Impedanz der Schwingspule von Lautsprechern Zl an den günstigsten Außenwiderstand Ra von Endröhren durch den Ausgangsübertrager. Transformation des Resonanzkreiswiderstandes auf den kleinen Eingangswiderstand von Transistoren (siehe Seite 10).



Auto- oder Spartransformatoren haben nur eine Wicklung. Die ganze Wicklung bildet die eine Seite des Transformators, ein Teil der Wicklung die andere. Die Seiten sind nicht galvanisch getrennt.

Erweiterung des Bereiches von Meßinstrumenten



Spannungsmesser

$U_g = U_v + U_R$

$U_R = U_g - U_v$

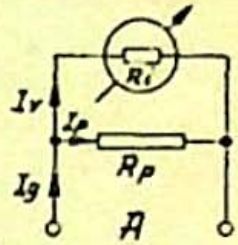
$$R_v = E \cdot U_g - R_i$$

R_v = Vorwiderstand
U_g = erweiterter Meßber.
E = Empfindlichkeit (mA pro V)
R_i = Innenwiderstand des Meßwerks

Strommesser

$I_g = I_v + I_p$

$$\frac{R_p}{R_i} = \frac{I_v}{I_p}$$



$$R_p = \frac{R_i \cdot I_v}{I_p}$$

I_g = Gesamtstrom
I_v = Strom bei Vollausschlag des Meßwerks
I_p = Strom durch den Parallelwiderstand
R_p = Parallelwiderst. (Shunt)
R_I = Innenwiderstand des Meßwerks

Seite 8	Schlüssel zur Röhren- und Transistor-Bezeichnung

Röhren

Erster Buchstabe: Heizung

D = 1,4 V Parallel- und Serienheizung
E = 6,3 V Parallel- und Serienheizung
G = 5 V Parallelheizung
H = 150 m A Serienheizung
P = 300 m A Serienheizung
U = 100 m A Serienheizung
X = 600 m A Serienheizung

Zweiter u. folgende Buchstaben: Art der Röhre

A = Diode
B = Doppeldiode mitgemeins. Katode
C = Triode
D = Endtriode
E = Tetrode
F = Pentode
L = Endtetrode oder -pentode
H = Hexode oder Heptode
K = Oktode oder Heptode
M = Abstimmanzeigeröhre
Y = Einweg-Gleichrichterröhre
Z = Zweiweg- "

Die Zahl kennzeichnet Sockelart und Kennlinienform.

Erste Zahl: Sockelart

2 = Dekalsockel
3 = Oktalsockel
5 = Magnovalsockel
8 = Novalsockel
9 = Miniatursockel

Zweite Zahl: Gerade Ziffer = gerade Kennlinie, ungerade Zahl = Regelkennlinie

Dioden / Transistoren

Die Typenbezeichnung besteht aus zwei Buchstaben und einer dreistelligen Zahl bei Standardtypen, aus drei Buchstaben und einer zweistelligen Zahl bei professionellen Typen

Als erster Buchstabe bedeutet:

A Ausgangsmaterial Germanium
B Ausgangsmaterial Silizium
R halbleitendes Material für fotoelektron. Bauelemente

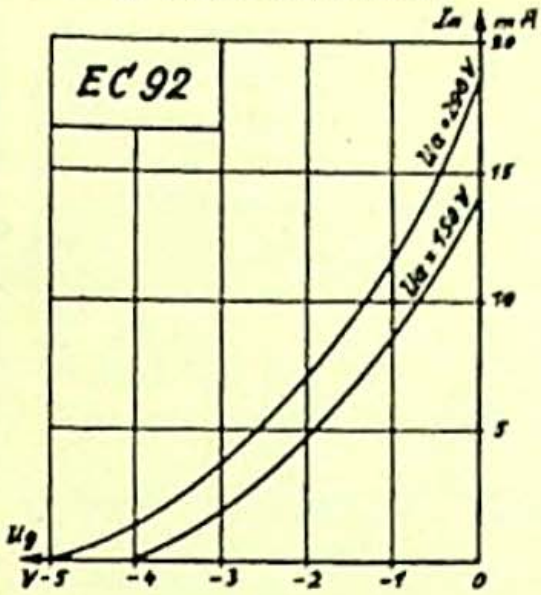
Als zweiter Buchstabe bedeutet:

A Diode
C NF-Transistor
D NF-Leistungstransistor
E Tunneldiode
F HF-Transistor
L HF-Leistungstransistor
P strahlungsempfindliches Bauelement
S Schalttransistor
U Leistungsschalttransistor
R Halbleiter-Bauelement mit Durchbruchskennlinie
T steuerbarer Gleichrichter (Thyristor)
Y Gleichrichterzelle
Z Zenerdiode, Referenzdiode

Der dritte Buchstabe kennzeichnet professionelle Typen. Laufende Zahlen ohne technische Bedeutung.

Röhren-Daten und Kennlinienfelder

Ia-Ug-Kennlinienfeld



Steilheit

$$S = \frac{\Delta\ Ia}{\Delta\ Ug\,[Ua = konst.]}\ mA/V$$

Innerer Widerstand

$$Ri = \frac{\Delta\ Ua}{\Delta\ Ia\,[Ug = konst.]}\ \Omega$$

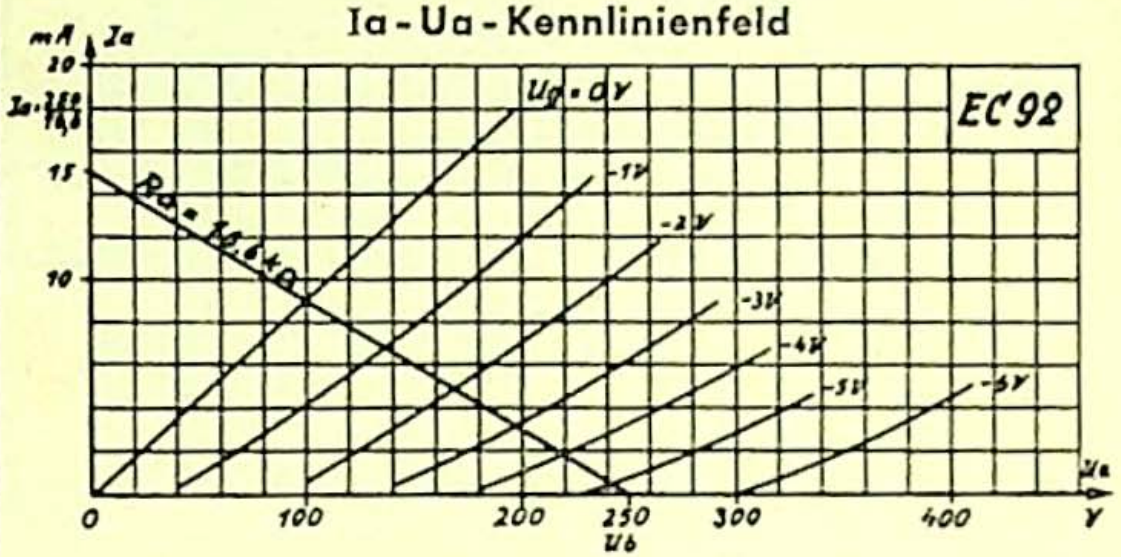
Durchgriff

$$D = \frac{\Delta\ Ug}{\Delta\ Ua\,[Ia = konst.]}$$

Verstärkungsfaktor $\mu = \frac{1}{D}$

$$\boxed{S \cdot Ri \cdot D = 1}\quad S = \frac{1}{Ri \cdot D};\ Ri = \frac{1}{S \cdot D};\ D = \frac{1}{S \cdot Ri};\ \mu = S \cdot Ri;\ D = \frac{1}{\mu}$$

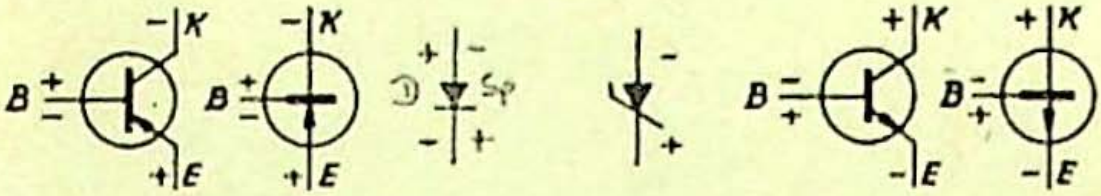
Ia-Ua-Kennlinienfeld



Die Gerade für den Anodenkreiswiderstand Ra beginnt unten bei der Betriebsspannung Ub (wenn Ia = 0, Ua = Ub). Sie endet bei Ua = 0, weil bei dem Anodenstrom Ub : Ra die gesamte Betriebsspannung an Ra abfällt. Im Beispiel Ub = 250 V

$$Ra = 16{,}6\ k\Omega;\ Ia = 15\ mA = \frac{250}{16{,}6};\quad 16{,}6 \cdot 15 \sim 250$$

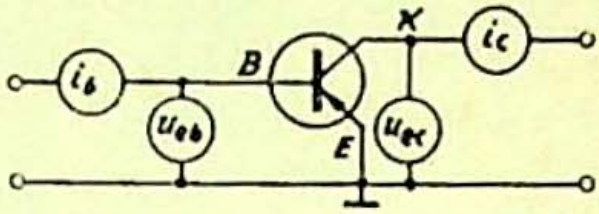
Transistoren / Halbleiterdioden



pnp-Transistoren Diode Zenerdiode npn-Transistoren

Basis 'hoch' = leitend
Basis 'tief' (0) = sperrend

Emitterschaltung



$$h_{11} = \frac{u_{eb}}{i_b} \; [u_{ec} = 0]$$

$$h_{12} = \frac{u_{eb}}{u_{ec}} \; [i_b = 0]$$

$$h_{21} = \frac{i_c}{i_b} \; [u_{ec} = 0] = \beta$$

$$h_{22} = \frac{i_c}{u_{ec}} \; [i_b = 0]$$

$$h_e = h_{11} \cdot h_{22} - h_{21} \cdot h_{12}$$

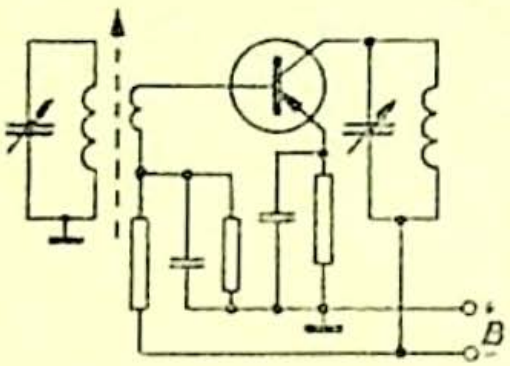
Stromverstärkung =

$$\frac{i_c}{i_b} = \frac{1}{1 + h_{22} \cdot R_a}$$

Spannungsverstärkung =

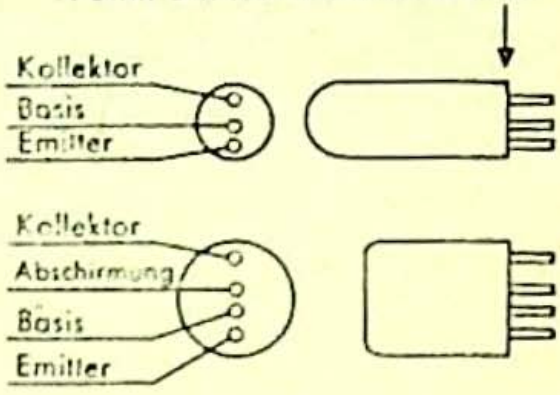
$$\frac{u_{ec}}{u_{eb}} = \frac{h_{21} + R_a}{h_{11} + h_e \cdot R_a}$$

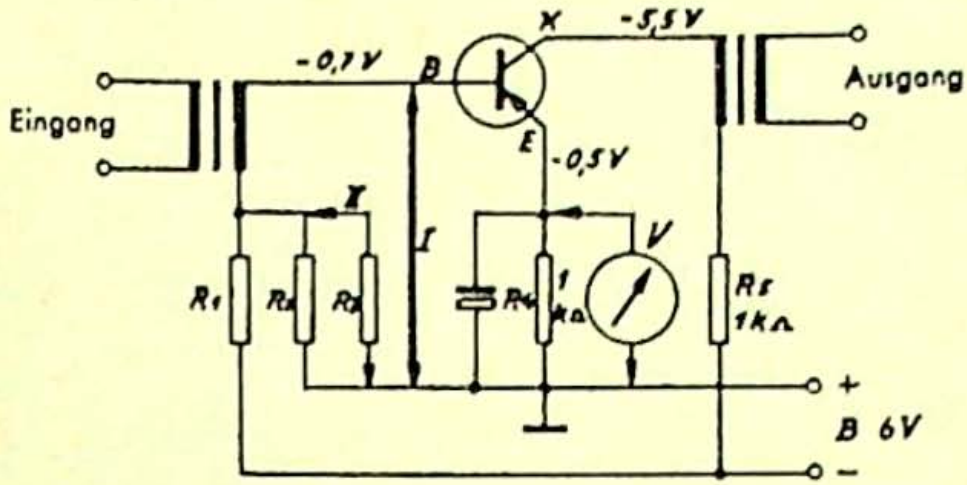
Eingangsstufe



Transistor-Anschlüsse

Punkt am Kollektor-Anschluß

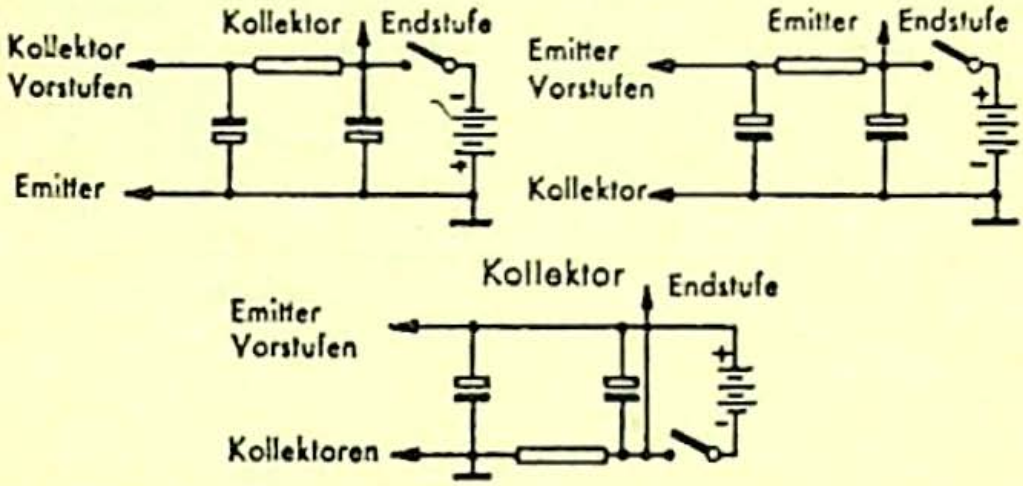




Transistorprüfung im Gerät

Die angeschriebenen Spannungen gelten für den normalen Betrieb bei 6 V Batteriespannung. Mit einem Voltmeter von mindestens 20000 Ω/V wird der am Emitterwiderstand R4 auftretende Spannungsabfall gemessen. Wird die Basis B mit der Bezugsleitung direkt verbunden (I), so muß die Emitterspannung auf mindestens 0,1 V sinken. Wird parallel zum Widerstand R2 ein gleich großer (R3) gelegt (II), so muß die Emitterspannung auf die Hälfte fallen. Die Basisspannung muß im Betrieb um 0,1 bis 0,2 V höher sein als die Emitterspannung.

Schaltung der Stromquelle bei pnp-Transistoren



Dimensionierung von NF-Spannungsverstärkerstufen

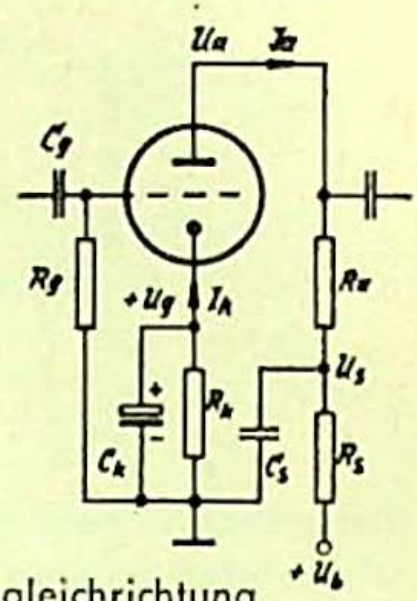
Triode

$$R_k[\Omega] = \frac{U_g[V]}{I_k[A]}$$

$$XC_k = \frac{R_k}{10} \qquad C_k[\mu F] = \frac{7800}{R_k[\Omega]}$$

bei der unteren Grenzfrequenz
$f_u = 20$ Hz

$$S_d = S \cdot \frac{R_i}{R_i + R_a} \qquad V = S_d \cdot \frac{R_i \cdot R_a}{R_i + R_a}$$



$s = 0{,}314 \cdot R_s \cdot C_s$ bei Einweggleichrichtung
$s = 0{,}628 \cdot R_s \cdot C_s$ bei Doppelweggleichrichtung

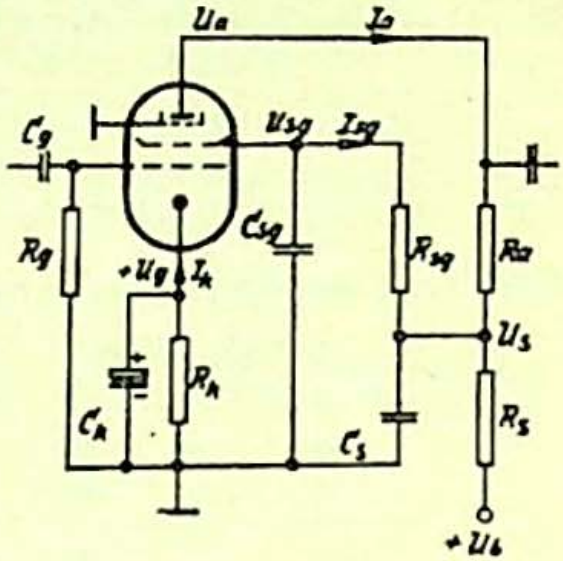
Pentode

$$R_k[\Omega] = \frac{U_g[V]}{I_k[A]} = \frac{U_g[V]}{I_a + I_{sg}[A]}$$

$$XC_k = \frac{R_k}{10} \qquad C_k[\mu F] = \frac{7800}{R_k[\Omega]}$$

bei $f_u = 20$ Hz $\qquad V \approx S_d \cdot R_a$

$$R_{sg}[\Omega] = \frac{U_s - U_{sg}[V]}{I_{sg}[A]}$$



X_c = kapazitiver Widerst. $= \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$

f_u = untere Grenzfrequenz
S_d = dynamische Steilheit

s = Siebfaktor
V = Stufenverstärkung
U_b = Betriebsspannung = Spannung d. Netzteils

Dimensionierung von NF-Endverstärkerstufen

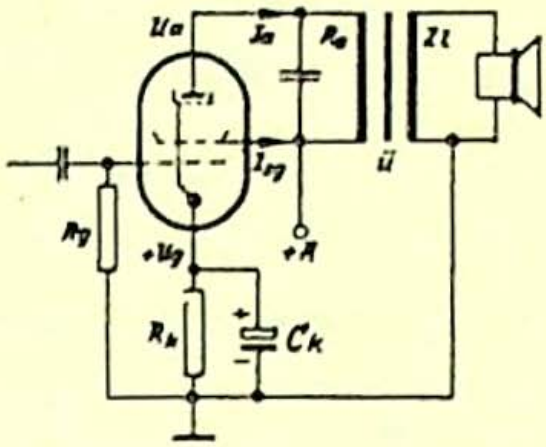
$Rg = 0{,}7 \ldots 1\,M\Omega$

$$Rk_{[\Omega]} = \frac{Ug_{[V]}}{Ia + Isg_{[A]}}$$

$$X_{CK} = \frac{Rk}{10} \qquad Ck_{[\mu F]} = \frac{7800}{Rk\,[\Omega]}$$

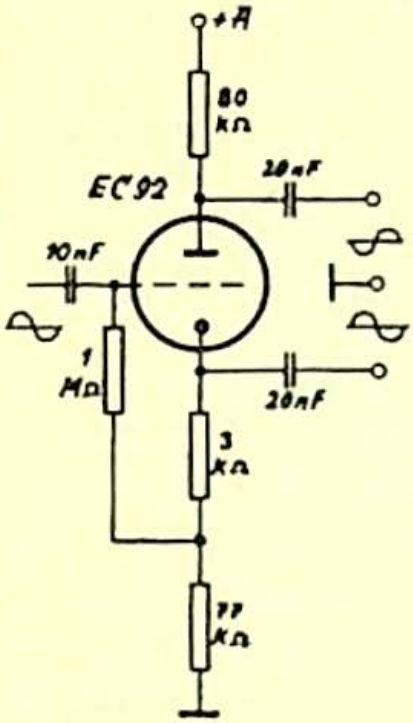
$$Ra \sim \frac{Ua}{Ia}; \qquad Zl \sim Rl \cdot 1{,}25$$

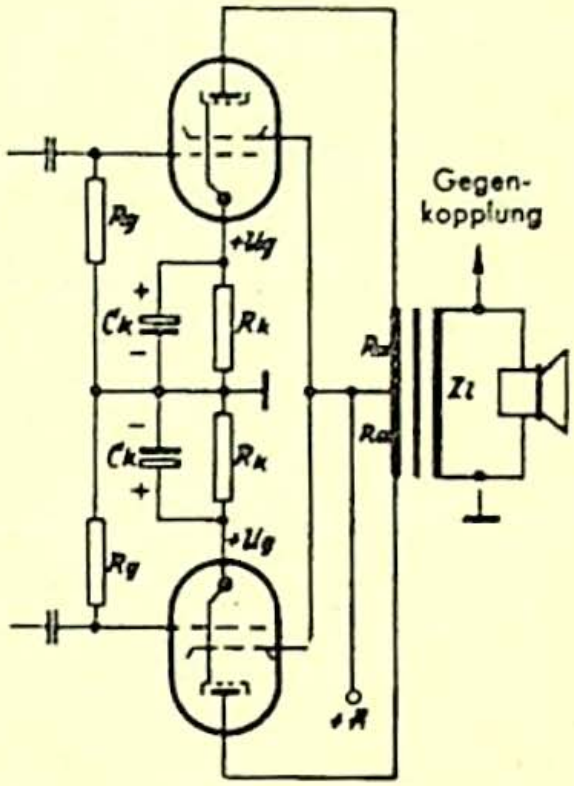
Rl = ohmscher Widerstand der Schwingspule



$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{Ra}{Zl}}$$

Zl ist ungefähr = ohmschem Widerstand der Schwingspule mal 1,25





Phasenumkehrstufe zur Steuerung von Gegentaktendstufen

Dimensionierung wie bei der Einfachendstufe, lediglich $\ddot{u} = \sqrt{\frac{2\,Ra}{Zl}}$

Lautsprecher

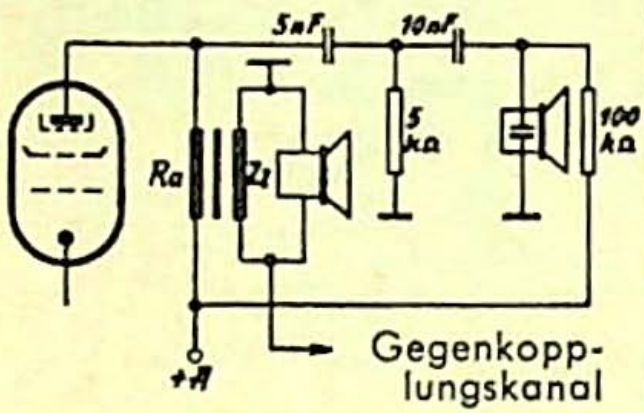
Lautsprecher-Symbole

allgemein fremderregt kapazitiv piezolektrisch Permanent-magnet

Typenbezeichnung von Lautsprechern

Buchstaben vor den Zahlen	Zahlen	Buchstaben hinter den Zahlen
F Flachlautsprecher	1. Zahl: Durchmesser in mm oder cm	A ovaler Korb
H Hochton-lautsprecher	2. Zahl: Magnetkern-durchmesser mm	F Ferritmagnet
P permanent-dynamisch. Lautsprech.	3. Zahl: Induktion in 100 Gauß	R rechteckiger Korb
S elektrostatischer Lautsprecher		

Zur phasengleichen Zusammenschaltung mehrerer Lautsprecher ist ein Anschluß rot gekennzeichnet



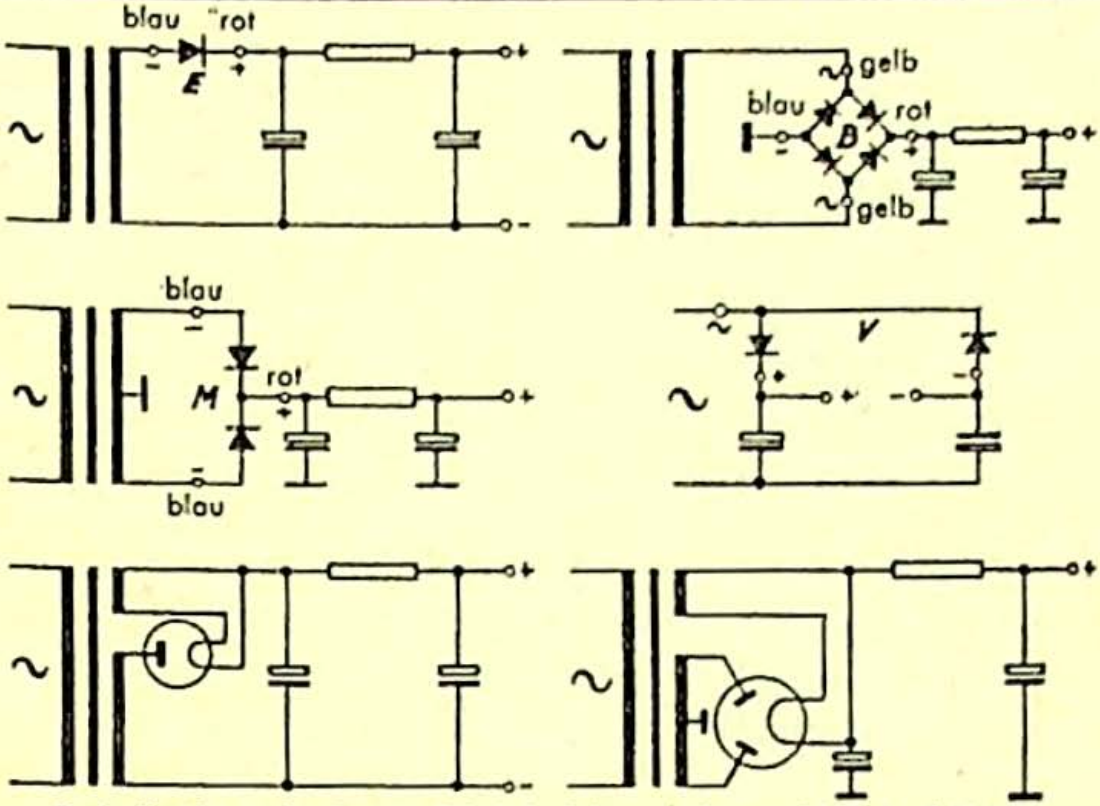
Anschluß eines elektrodynamischen und eines elektrostatischen Hochton-Lautsprechers.

Übersetzungsverhältnis ü des Ausgangstransformators

$$ü = \sqrt{\frac{Ra}{Z1}}$$

Z1 = Impedanz der Schwingspule, etwa ohmscher Widerstand mal 1,25.

Netzgleichrichter



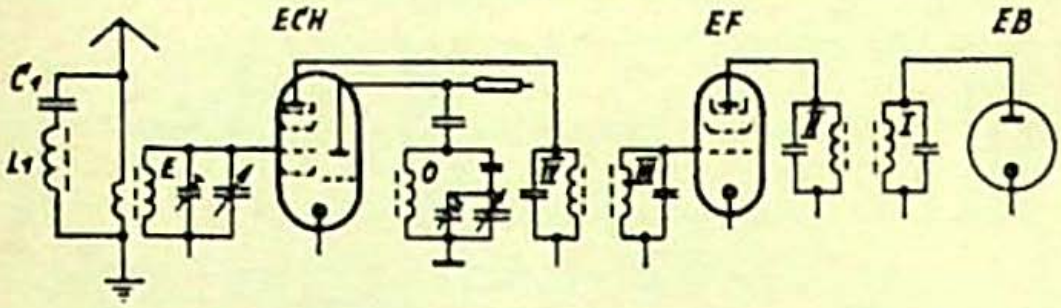
Bei direkt geheizten Gleichrichterröhren (AZ 1, AZ 11, RGN 1064) darf die Summe der Kapazitäten von Lade- und Siebkondensator max. 60 μ F betragen.

Kennzeichnung von Gleichrichtersätzen nach DIN 41762

B 250 C 75 → Nenngleichstrom in mA
→ Kondensatorbelastung
→ Nennanschlußwert V eff
→ Schaltungsart lt. Tabelle

Benennung		Schaltung	Benennung		Schaltung
Einweg	E		Brücke	B	
Mittelpunkt	M		Verdoppler	V	

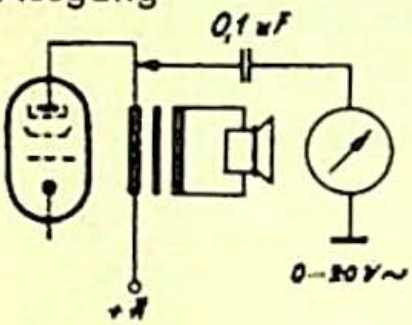
Abgleich des [redacted]-Superhets



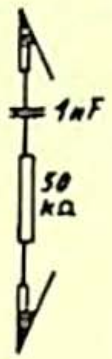
Gang des Abgleichs

1. Kreis II bedämpfen
   Kreis I abgleichen
2. Kreis I bedämpfen
   Kreis II abgleichen
3. Kreis IV bedämpfen
   Kreis III abgleichen
4. Kreis III bedämpfen
   Kreis IV abgleichen
5. Oszillatorkreis 0 durch Abgleich mit der Skala in Übereinstimmung bringen; bei hohen Frequenzen mit dem Trimmer, bei tiefen mit dem Spulenkern
6. Eingangskreis E auf Gleichlauf mit dem Oszillatorkreis bringen, bei hohen Frequenzen mit dem Trimmer, bei tiefen mit dem Spulenkern
7. ZF-Leitkreis C1/L1 mit Kern abgleichen auf kleinsten Ausschlag des Outputmeters

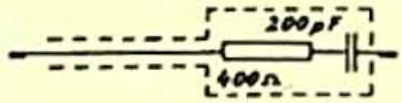
Abgleich mit tonmoduliertem Signal aus dem Prüfgenerator nach größtem Ausschlag des Outputmeters am Empfänger-Ausgang



Anschluß des Universalinstruments als Outputmeter an die Endstufe

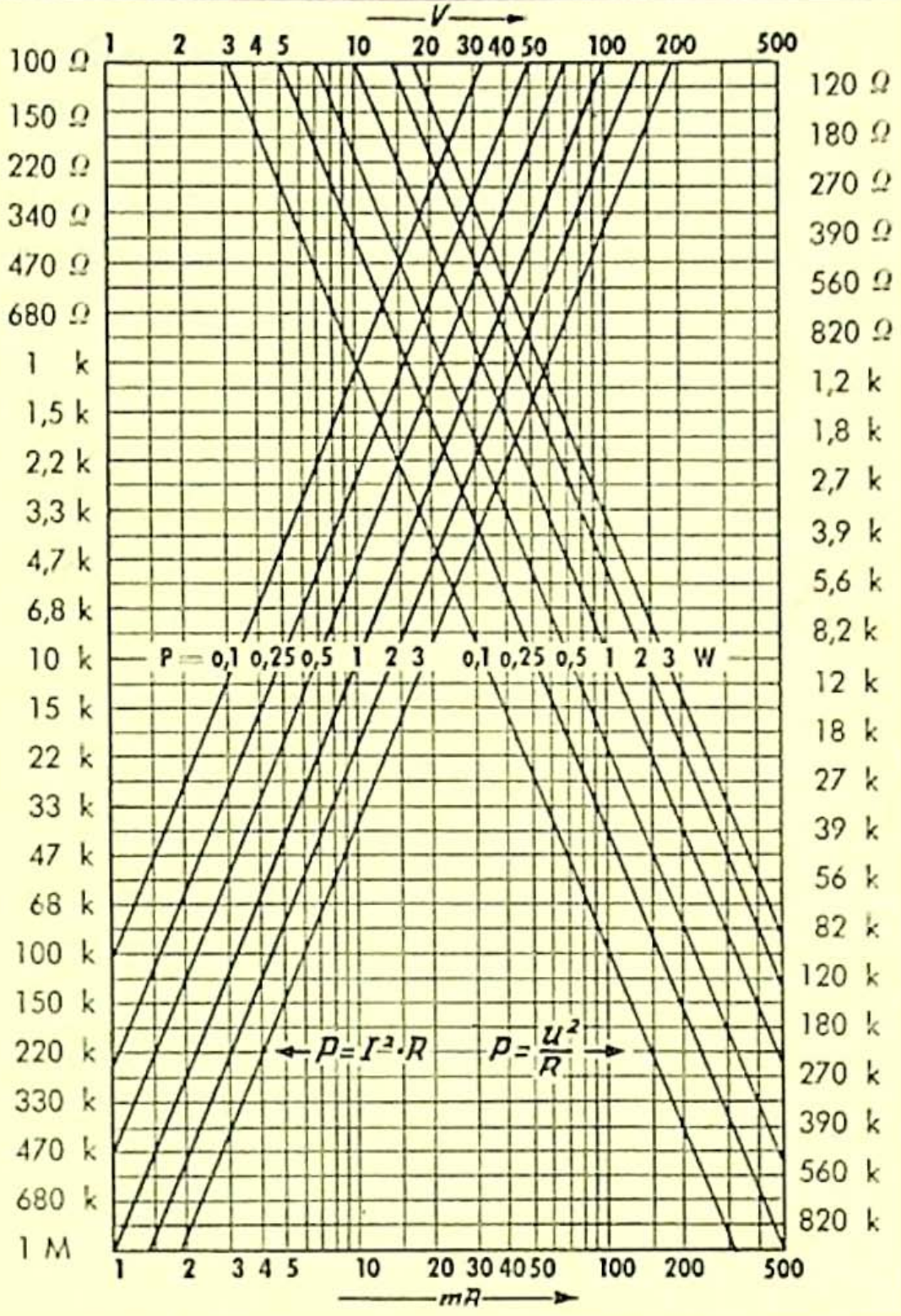


RC-Glied zur Bedämpfung der ZF-Kreise

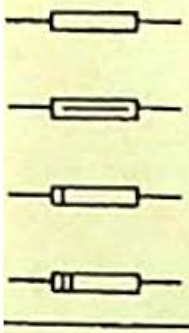


Künstliche Antenne zum Anschluß des Prüfgenerators an die Antennenbuchse des Empfängers zum Abgleich des Oszillator-, des Eingangskreises und des ZF-Leitkreises

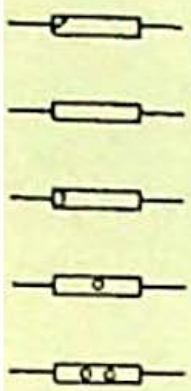
Belastbarkeit von [illegible]icht-Widerständen



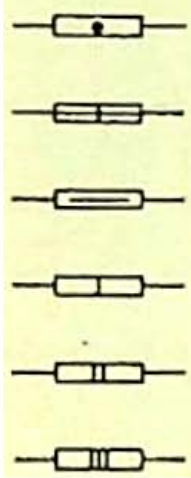
Becker



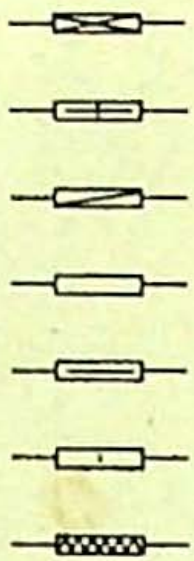
Blaupunkt



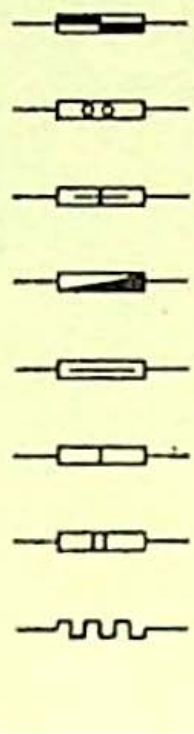
Braun



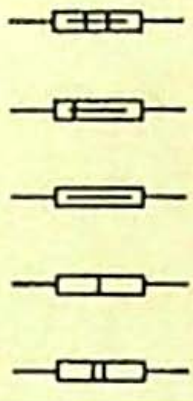
Graetz



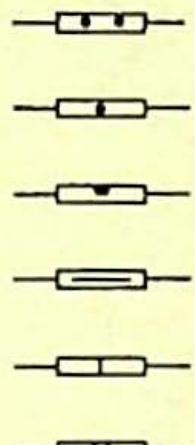
Grundig



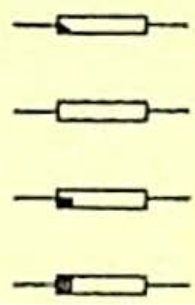
Körting



Loewe Opta

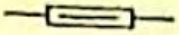


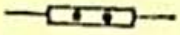
Wega



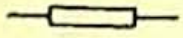
Kennzeichnung der Belastbarkeit von Widerständen

Nordmende

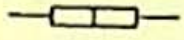

1/20 W

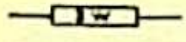

1/8 W

1/4 W

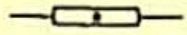

1/3 W

1/2 W

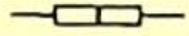

1 W

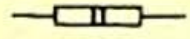

2 W

Philips


1/3 W

1/2 W

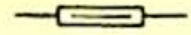

1 W

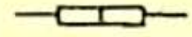

2 W

Saba

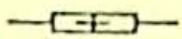
1/10 W

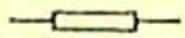
1/4 W


1/2 W

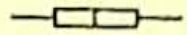

1 W

Schaub-Lorenz

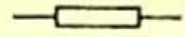

1/8 W

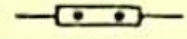

1/3 W

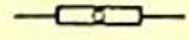
1/2 W


1 W

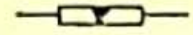
Siemens


1/20 W

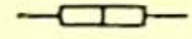

1/10 W

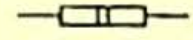

1/8 W

1/4 W

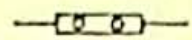

1/3 W

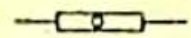
1/2 W

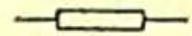

1 W

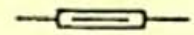

2 W

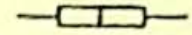
Telefunken

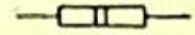

1/20 W

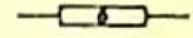

1/10 W


1/4 W

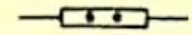

1/2 W

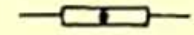

1 W

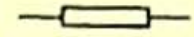

2 W

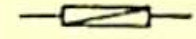

6 W

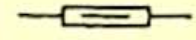
Emud

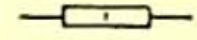

1/20 W

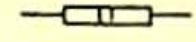

1/10 W


1/4 W


1/3 W


1/2 W


1 W


2 W

DIN-Reihen

R 5	R10	R20	R40
		1,00	1,00
	1,00		1,06
		1,12	1,12
1,00			1,18
		1,25	1,25
	1,25		1,32
		1,40	1,40
			1,50
		1,60	1,60
	1,60		1,70
		1,80	1,80
1,60			1,90
		2,00	2,00
	2,00		2,12
		2,24	2,24
			2,36
		2,50	2,50
	2,50		2,65
		2,80	2,80
2,50			3,00
		3,15	3,15
	3,15		3,35
		3,55	3,55
			3,75
		4,00	4,00
	4,00		4,25
		4,50	4,50
4,00			4,75
		5,00	5,00
	5,00		5,30
		5,60	5,60
			6,00

Internationale Reihen auch RETMA-Reihen genannt (nach Radio-Electronics-Television-Manufactures-Association)

Die Größen der Zahlenreihen sind derart angelegt, daß sich die Werte bei den angegebenen Toleranzen überlappen.

Beim Ersatz eines Wertes der Reihe E 6 begeht man keinen Fehler, wenn man den nächsten geraden Wert einbaut z. B. 5 statt 4,7 k Ω oder 50 p F statt 47 p F.

R 5	R 10	R 20	R 40
		6,30	6,30
	6,30		6,70
		7,10	7,10
6,30			7,50
		8,00	8,00
	8,00		8,50
		9,00	9,00
			9,50

Intern. Reihen

E 6	E12	E24
	1,0	1,0
1,0		1,1
	1,2	1,2
		1,3
	1,5	1,5
1,5		1,6
	1,8	1,8
		2,0
	2,2	2,2
2,2		2,4
	2,7	2,7
		3,0
	3,3	3,3
3,3		3,6
	3,9	3,9
		4,3
	4,7	4,7
4,7		5,1
	5,6	5,6
		6,2
	6,8	6,8
6,8		7,5
	8,2	8,2
		9,1

Umrechnung Zoll/Millimeter

Amerikanische Drahtlehre

1 engl. Zoll = 25,399956 mm 1 amerik. Zoll = 25,400051 mm

In der Technik gilt 1 Zoll = 25,4 mm

1 foot = 0,3333 yard = 12 inches (Zoll) = 120 lines = 30,48 cm.

1 yard = 91,44 cm

Umrechnung Zoll in mm

Zoll	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,0	25,40	50,80	76,20	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0
1/16	1,59	26,99	52,39	77,79	103,2	128,6	154,0	179,4	204,8	230,2	255,6
1/8	3,18	28,58	53,98	79,38	104,8	130,2	155,6	181,0	206,4	231,8	257,2
3/16	4,76	30,16	55,56	80,96	106,4	131,8	157,2	182,6	208,0	233,4	258,8
1/4	6,35	31,75	57,15	82,55	108,0	133,4	158,8	184,2	209,6	235,0	260,4
5/6	7,94	33,34	58,74	84,14	109,5	134,9	160,3	185,7	211,1	236,5	261,9
3/8	9,52	34,92	60,32	85,72	111,1	136,5	161,9	187,3	212,7	238,1	263,5
7/16	11,11	36,51	61,91	87,31	112,7	138,1	163,5	188,9	214,3	239,7	265,1
1/2	12,7	38,10	63,50	88,90	114,3	139,7	165,1	190,5	215,9	241,3	266,7
9/16	14,29	39,69	65,09	90,49	115,9	141,3	166,7	192,1	217,5	242,9	268,3
5/8	15,88	41,28	66,68	92,08	117,5	142,9	168,3	193,7	219,1	244,5	269,9
11/16	17,46	42,86	68,26	93,66	119,1	144,5	169,9	195,3	220,7	246,1	271,5
3/4	19,05	44,45	69,85	95,25	120,6	146,0	171,4	196,8	222,2	247,6	273,0
13/16	20,64	46,04	71,44	96,84	122,2	147,6	173,0	198,4	223,8	249,2	274,6
7/8	22,22	47,62	73,02	98,42	123,8	149,2	174,6	200,0	225,4	250,8	276,2

Amerikanische Drahtlehre (American Wire Gauge. AWG)

Nr.	∅ mm	Nr.	∅ mm	Nr.	∅ mm	Nr.	∅ mm
1	7,348	11	2,305	21	0,7229	31	0,2268
2	6,543	12	2,053	22	0,6439	32	0,2091
3	5,827	13	1,828	23	0,5733	33	0,1798
4	5,189	14	1,628	24	0,5105	34	0,1601
5	4,620	15	1,450	25	0,4547	35	0,1426
6	4,115	16	1,291	26	0,4049	36	0,1270
7	3,665	17	1,150	27	0,3604	37	0,1131
8	3,264	18	1,024	28	0,3211	38	0,1007
9	2,906	19	0,9116	29	0,2860	39	0,0897
10	2,588	20	0,8118	30	0,2548	40	0,0799

Relativer Pegel in Dezibel

dB	Spannungs- oder Strom-		Leistungs-		dB	Spannungs- oder Strom-		Leistungs-	
	Verstärk.	Dämpfung	Verstärk	Dämpfung		Verstärkung	Dämpfung	Verstärkung	Dämpfung
0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	11,0	3,55	0,282	12,6	0,079
0,1	1,01	0,989	1,2	0,977	12,0	3,98	0,251	15,8	0,063
0,2	1,02	0,977	1,05	0,955	13,0	4,47	0,224	19,9	0,050
0,3	1,03	0,966	1,07	0,933	14,0	5,01	0,199	25,1	0,040
0,4	1,05	0,955	1,10	0,912	15,0	5,62	0,178	31,6	0,032
0,5	1,06	0,944	1,12	0,891	16,0	6,31	0,158	39,8	0,025
0,6	1,07	0,933	1,15	0,871	17,0	7,08	0,141	50,1	0,020
0,7	1,08	0,923	1,17	0,851	18,0	7,94	0,126	63,1	0,016
0,8	1,10	0,912	1,20	0,832	19,0	8,91	0,112	79,4	0,013
0,9	1,11	0,902	1,23	0,813	20,0	10,00	0,100	100,0	0,010
1,0	1,12	0,891	1,26	0,794	25,0	17,7	0,056	316	$3{,}16 \cdot 10^{-3}$
1,5	1,19	0,841	1,41	0,708	30,0	31,6	0,032	1000	$1 \cdot 10^{-3}$
2,0	1,26	0,794	1,58	0,631	35,0	56,0	0,018	3160	$3{,}16 \cdot 10^{-4}$
2,5	1,33	0,753	1,78	0,566	40,0	100,0	0,010	$1 \cdot 10^{4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
3,0	1,41	0,708	1,99	0,501	45,0	177,0	0,006	$3{,}16 \cdot 10^{4}$	$3{,}16 \cdot 10^{-5}$
3,5	1,49	0,669	2,28	0,452	50,0	316,0	0,003	$1 \cdot 10^{5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
4,0	1,58	0,631	2,51	0,398	55,0	560,0	0,002	$3{,}16 \cdot 10^{5}$	$3{,}16 \cdot 10^{-5}$
4,5	1,67	0,591	2,82	0,367	60,0	1000	0,001	$1 \cdot 10^{6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
5,0	1,78	0,562	3,16	0,316	65,0	1770	$6 \cdot 10^{-4}$	$3{,}16 \cdot 10^{6}$	$3{,}16 \cdot 10^{-6}$
5,5	1,88	0,531	3,55	0,282	70,0	3160	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
6,0	1,99	0,501	3,98	0,251	75,0	5600	$2 \cdot 10^{-4}$	$3{,}16 \cdot 10^{7}$	$3{,}16 \cdot 10^{-7}$
6,5	2,11	0,473	4,47	0,224	80,0	10000	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{8}$	$1 \cdot 10^{-8}$
7,0	2,24	0,447	5,01	0,199	85,0	17700	$6 \cdot 10^{-5}$	$3{,}16 \cdot 10^{8}$	$3{,}16 \cdot 10^{-8}$
7,5	2,37	0,422	5,62	0,178	90,0	31600	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{9}$	$1 \cdot 10^{-9}$
8,0	2,51	0,398	6,31	0,158	95,0	56000	$2 \cdot 10^{-5}$	$3{,}16 \cdot 10^{9}$	$3{,}16 \cdot 10^{-9}$
8,5	2,66	0,376	7,08	0,141	100,0	100000	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{-10}$
9,0	2,82	0,355	7,94	0,126					
9,5	2,98	0,335	8,91	0,112					
10,0	3,16	0,316	10,00	0,100					

Verstärkung $20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$ [dB]; $20 \cdot \log \frac{I_2}{I_1}$ [dB]; $10 \cdot \log \frac{N_2}{N_1}$ [dB]

Dämpfungswerte sind die reziproken Werte der Verstärkungsfaktoren

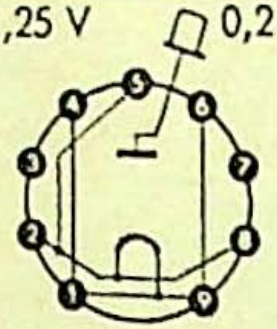
Belastbarkeit von Kupferdrähten in Wicklungen

Cu-Draht ∅ mm	∅ mit Lack-Isolation	Cu-Quer-schnitt mm²	belastbar in A bei 2 A je mm²	2,5 A je mm²	3 A je mm²
0,06	0,08	0,00286	0,006	0,007	0,008
0,07	0,09	0,00380	0,008	0,010	0,011
0,08	0,10	0,00500	0,010	0,013	0,015
0,09	0,11	0,00640	0,013	0,016	0,019
0,10	0,12	0,00780	0,016	0,020	0,024
0,12	0,145	0,0113	0,022	0,028	0,034
0,15	0,175	0,0177	0,035	0,045	0,053
0,18	0,205	0,0254	0,051	0,063	0,076
0,20	0,225	0,0314	0,063	0,080	0,094
0,25	0,280	0,0491	0,098	0,120	0,147
0,30	0,330	0,0707	0,141	0,175	0,212
0,32	0,357	0,0884	0,161	0,201	0,241
0,35	0,387	0,0962	0,190	0,240	0,289
0,40	0,437	0,1257	0,251	0,310	0,377
0,45	0,490	0,159	0,318	0,400	0,477
0,50	0,540	0,196	0,390	0,490	0,588
0,55	0,600	0,238	0,476	0,600	0,714
0,60	0,650	0,283	0,566	0,700	0,849
0,65	0,700	0,332	0,664	0,830	1,000
0,70	0,750	0,385	0,770	0,960	1,160
0,75	0,810	0,442	0,884	1,100	1,330
0,80	0,860	0,503	1,01	1,250	1,510
0,85	0,910	0,568	1,14	1,410	1,700
0,90	0,960	0,636	1,27	1,600	1,910
0,95	1,010	0,709	1,42	1,770	2,130
1,00	1,060	0,785	1,57	1,960	2,360
1,50	1,580	1,767	3,53	4,420	5,300
2,00	2,080	3,141	6,28	7,870	9,420
2,50	2,700	4,909	9,82	10,300	14,730
3,00	3,250	7,069	14,14	17,700	21,200

Wegen der Wärmeentwicklung dürfen Drähte in Wicklungen (Transformatoren, Drosselspulen) weniger belastet werden als bei Freileitungen. Die Belastung soll zwischen 2 und 3,0 A je mm² Kupferquerschnitt betragen. Die tatsächliche Belastbarkeit für verschiedene Durchmesser gibt die Tabelle an.

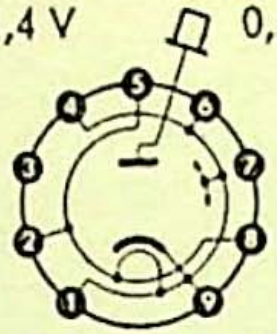
Sockelschaltbilder DY 80 ... EC 88

1,25 V 0,2 A



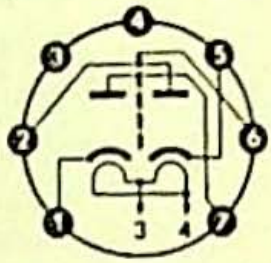
DY 80 1X2A

1,4 V 0,55 A



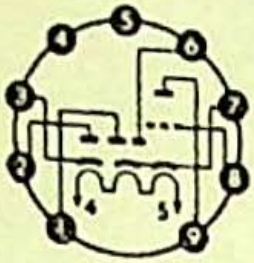
DY 86 1S2

6,3 V 0,3 A



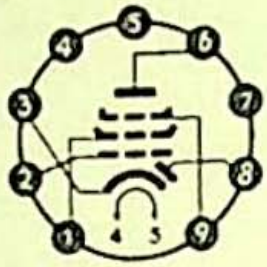
EAA 91 6AL5

6,3 V 0,45 A



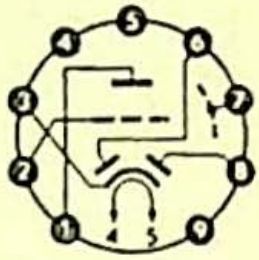
EABC 80 6T8

6,3 V 0,3 A



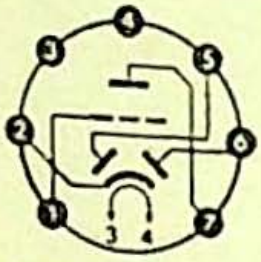
EAF 801

6,3 V 0,23 A



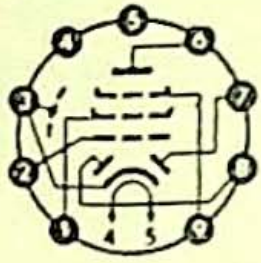
EBC 81 6BD7A

6,3 V 0,3 A



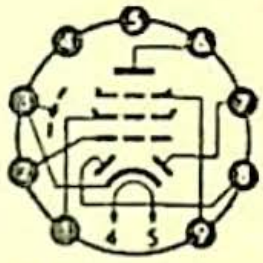
EBC 91 6AV6

6,3 V 0,3 A



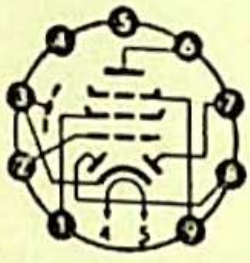
EBF 80 6N8

6,3 V 0,3 A



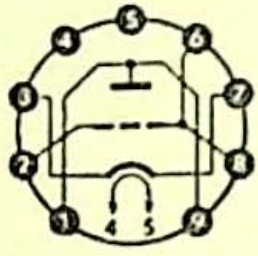
EBF 83 6DR8

6,3 V 0,3 A



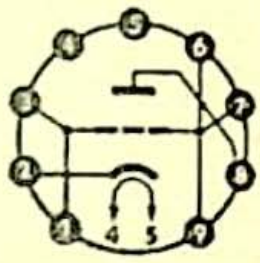
EBF 89 6DC8

6,3 V 0,17 A



EC 86 6CM4

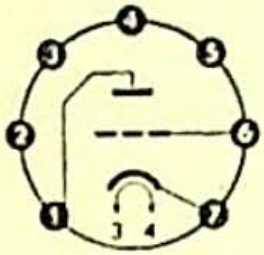
6,3 V 0,165A



EC 88

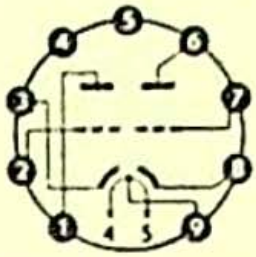
Sockelschaltbilder EC 92 ... ECL 80

6,3 V 0,15 A



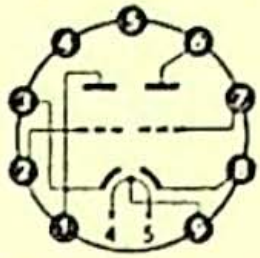
EC 92 6AB4

6,3/12,6V 0,3/0,15A



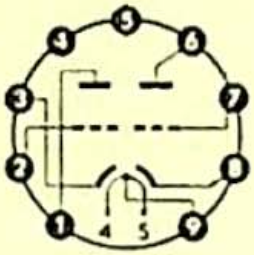
ECC 81 12AT7

6,3/12,6V 0,3/0,15A



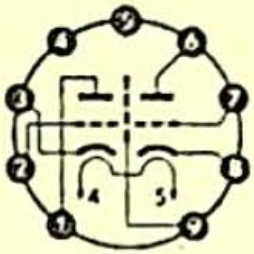
ECC 82 12AU7

6,3/12,6V 0,3/0,15A



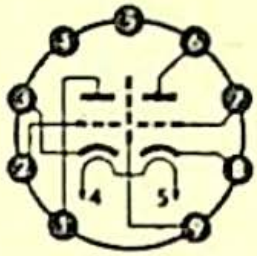
ECC 83 12AX7

6,3 V 0,435 A



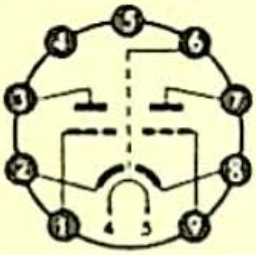
ECC 85 6AQ8

6,3 V 0,33 A



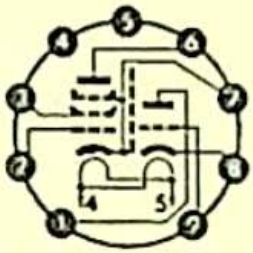
ECC 86 6GM8

6,3 V 0,35 A



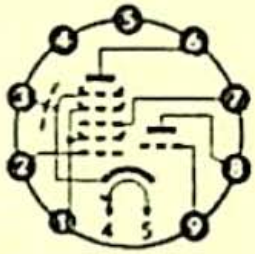
ECC 808

6,3 V 0,43 A



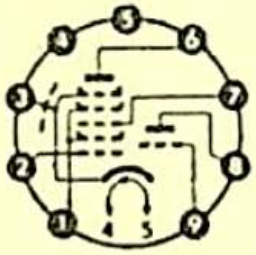
ECF 80 6BL8

6,3 V 0,3 A



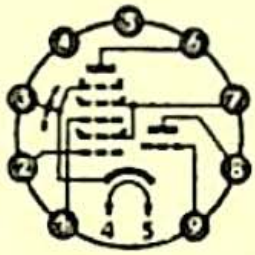
ECH 81 6AJ8

6,3 V 0,3 A



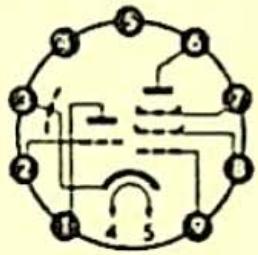
ECH 83 6DS8

6,3 V 0,3 A



ECH 84

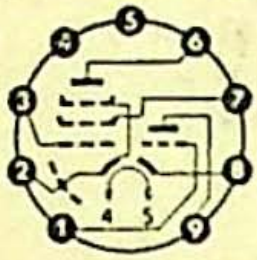
6,3 V 0,3 A



ECL 80 6AB8

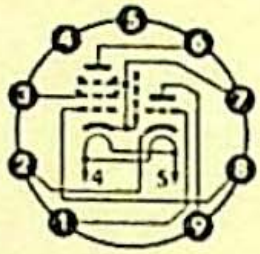
Sockelschaltbilder ECL 82 . . . EF 94

6,3 V 0,78 A



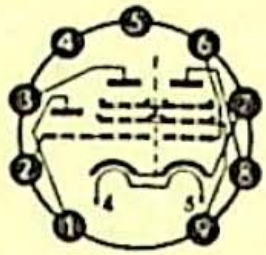
ECL 82 6BM8

6,3 V 0,7 A



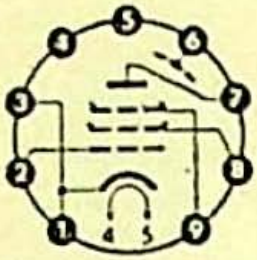
ECL 86 6GW8

6,3 V 0,6 A



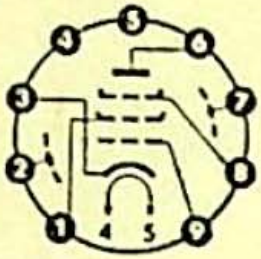
ECLL 800

6,3 V 0,3 A



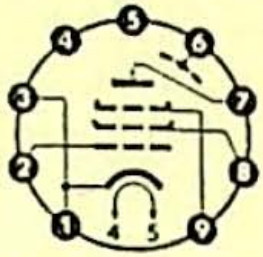
EF 80 6BX6

6,3 V 0,2 A



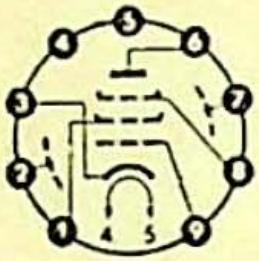
EF 83

6,3 V 0,3 A



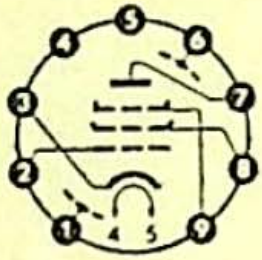
EF 85 6BY7

6,3 V 0,2 A



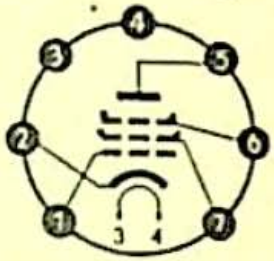
EF 86 6BK8

6,3 V 0,2 A



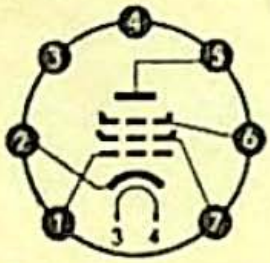
EF 89 6DA6

6,3 V 0,3 A



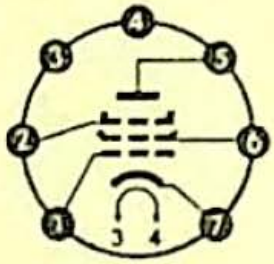
EF 91 6AM6

6,3 V 0,2 A



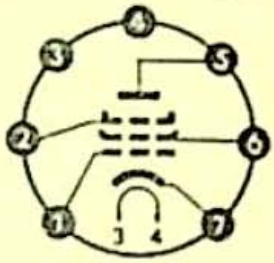
EF 92 6CQ6

6,3 V 0,3 A



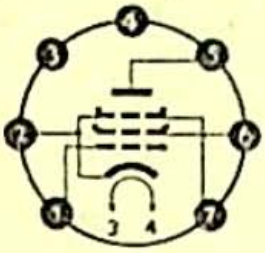
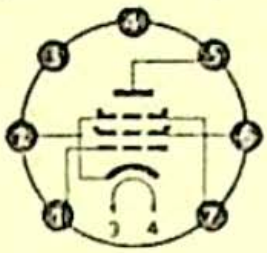
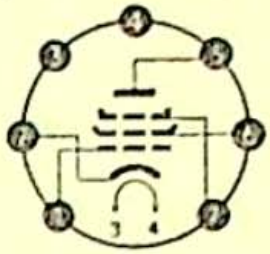
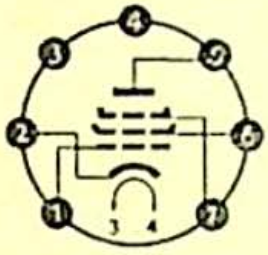
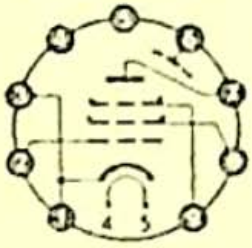
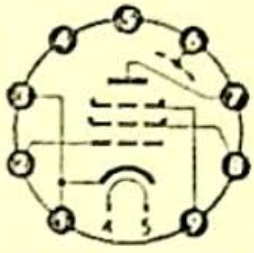
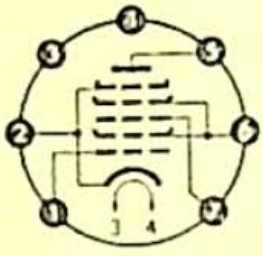
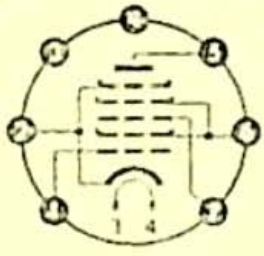
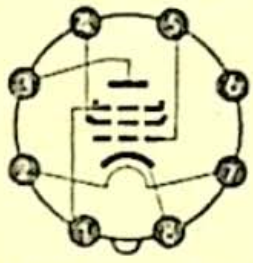
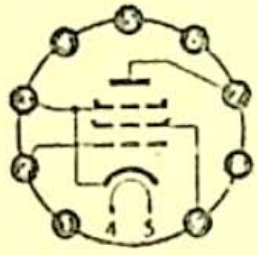
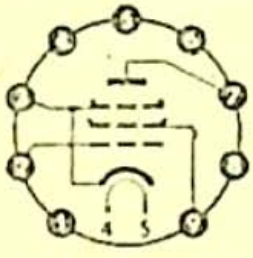
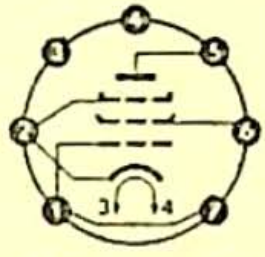
EF 93 6BA6

6,3 V 0,3 A



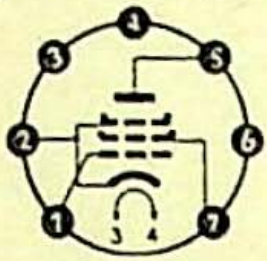
EF 94 6AUA

Sockelschaltbilder EF 95 ... EL 90

6,3 V 0,175 A	6,3 V 0,3 A	6,3 V 0,3 A
		
EF 95 6AK5	**EF 96** 6AG5	**EF 97** 6ES6
6,3 V 0,3 A	6,3 V 0,3 A	6,3 V 0,3 A
		
EF 98 6ET6	**EF 183** 6EH7	**EF 184** 6EJ7
6,3 V 0,3 A	6,3 V 0,3 A	6,3 V 1,5 A
		
EH 90 6CS6	**EK 90** 6BE6	**EL 34** 6CA7
6,3 V 0,75 A	6,3 V 0,76 A	6,3 V 0,45 A
		
EL 84 6BQ5	**EL 86** 6CW5	**EL 90** 6AQ5

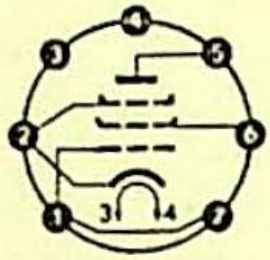
Sockelschaltbilder EL 91 ... EZ 91

6,3 V 0,2 A



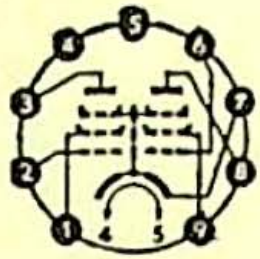
EL 91 6AM5

6,3 V 0,2 A



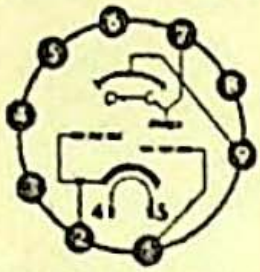
EL 95 6DL5

6,3 V 0,55 A



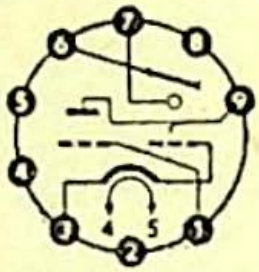
ELL 80

6,3 V 0,3 A



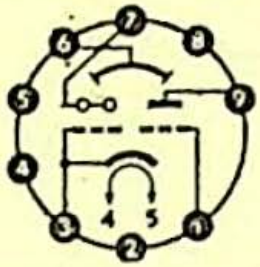
EM 80 6BR5

6,3 V 0,21 A



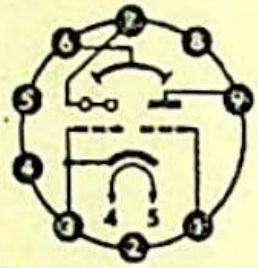
EM 84 6FG6

6,3 V 0,3 A



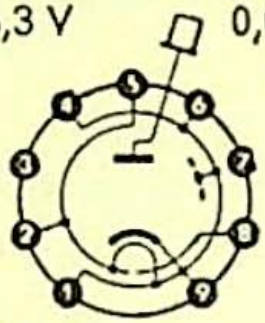
EM 85

6,3 V 0,3 A



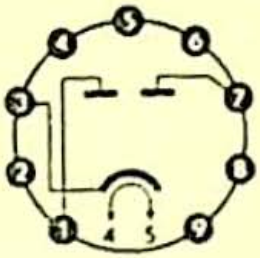
EM 87

6,3 V 0,09 A



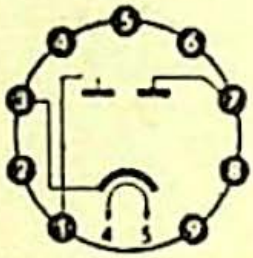
EY 86

6,3 V 0,6 A



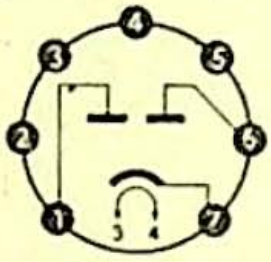
EZ 80 6V4

6,3 V 1,0 A



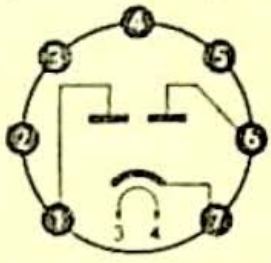
EZ 81 6CA4

6,3 V 0,6 A



EZ 90 6X4

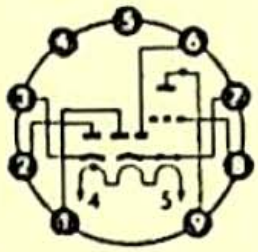
6,3 V 0,95 A



EZ 91 6AV4

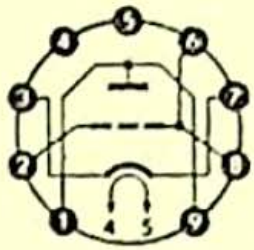
Sockelschaltbilder PABC 80 ... PCF 82

9,5 V 0,3 A



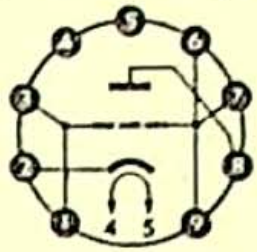
PABC 80 9AK8

3,8 V 0,3 A



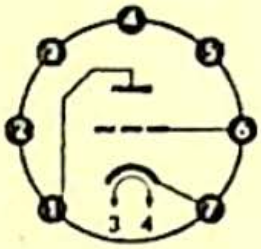
PC 86 3CM4

4,0 V 0,3 A



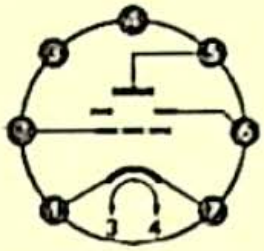
PC 88 4DL4

3,1 V 0,3 A



PC 92

4,5 V 0,3 A

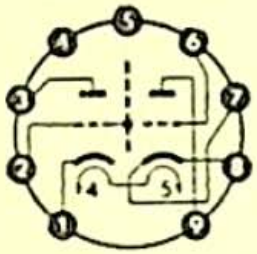


PC 97

4,0 V 0,3 A

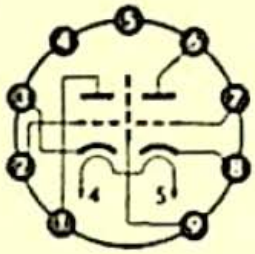
PC 900

7,2 V 0,3 A



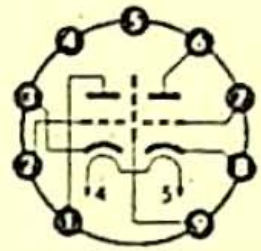
PCC 84 7AN7

9,0 V 0,3 A



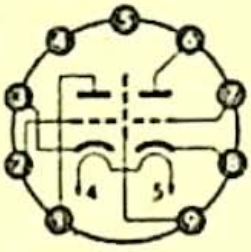
PCC 85 9AQ8

7,0 V 0,3 A



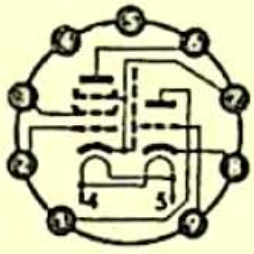
PCC 88 7DJ8

7,2 V 0,3 A



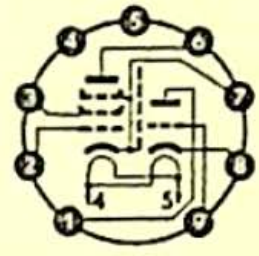
PCC 189 7ES8

9,0 V 0,3 A



PCF 80 8A8

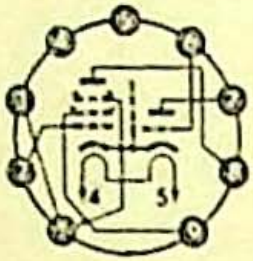
9,0 V 0,3 A



PCF 82 9U8

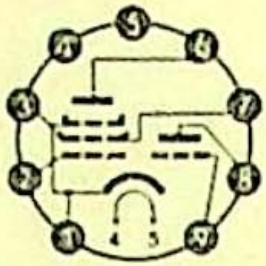
Sockelschaltbilder PCF 86 ... PL 82

8,0 V 0,3 A



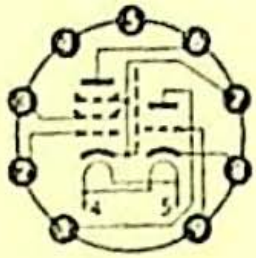
PCF 86 7HG8

8,0 V 0,3 A



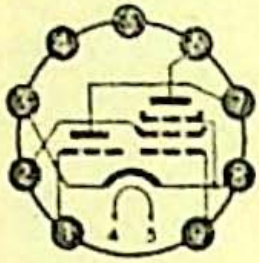
PCF 801

9,0 V 0,3 A



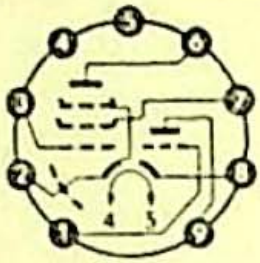
PCF 802

12,6 V 0,3 A



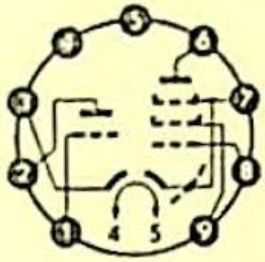
PCL 81

16 V 0,3 A



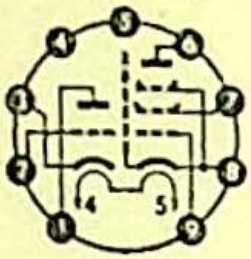
PCL 82 16A8

15 V 0,3 A



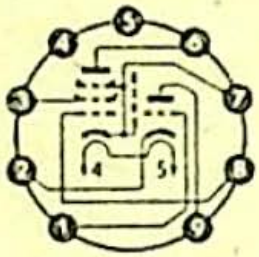
PCL 84 15DQ8

18 V 0,3 A



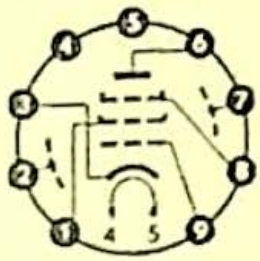
PCL 85 18GV8

14,5 V 0,3 A



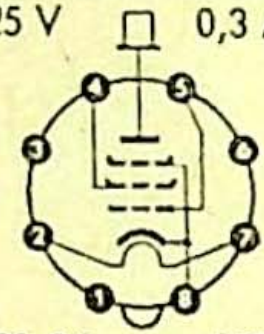
PCL 86 14GW8

4,5 V 0,3 A



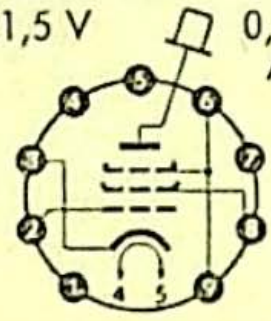
PF 83

25 V 0,3 A



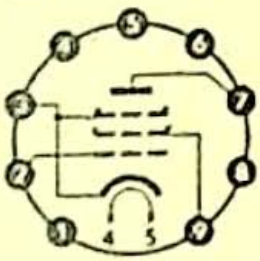
PL 36 25E5

21,5 V 0,3 A



PL 81 21A6

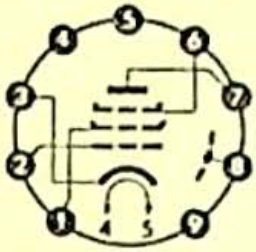
16,5 V 0,3 A



PL 82 16A5

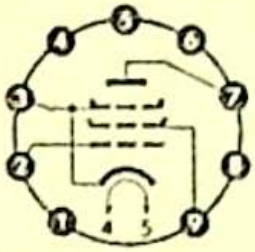
Sockelschaltbilder PL 83 ... UC 92

15 V 0,3 A



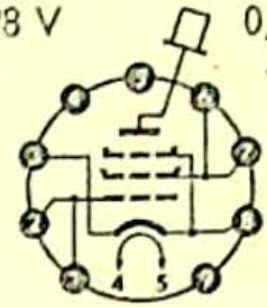
PL 83 15A6

15 V 0,3 A



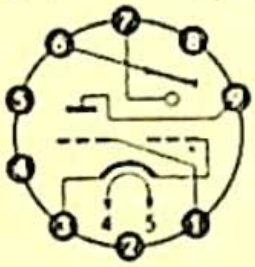
PL 84 15CW5

28 V 0,3 A



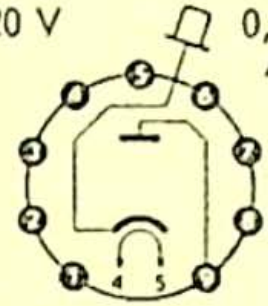
PL 500 27GB5

4,2 V 0,3 A



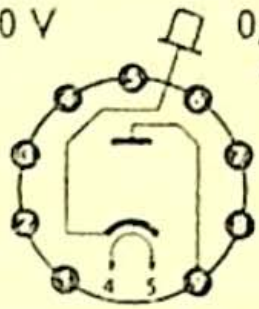
PM 84

20 V 0,3 A



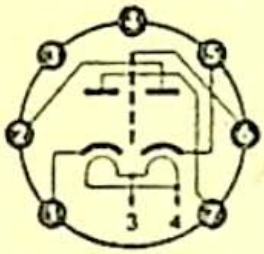
PY 83

30 V 0,3 A



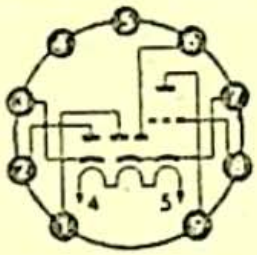
PY 88 30AE3

19 V 0,1 A



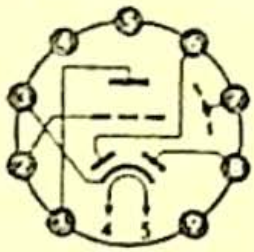
UAA 91

28,5 V 0,1 A



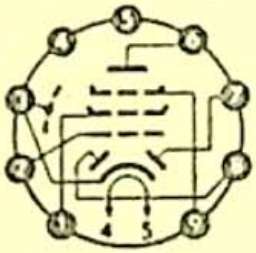
UABC 80 10LD12

14 V 0,1 A



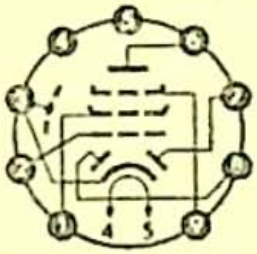
UBC 81 (14G6)

17 V 0,1 A



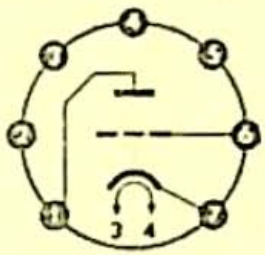
UBF 80 17C8

19 V 0,1 A



UBF 89 10FD12

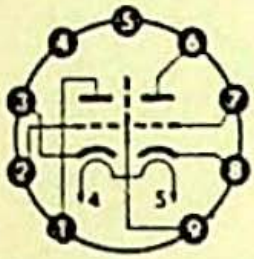
9,5 V 0,1 A



UC 92 9AB4

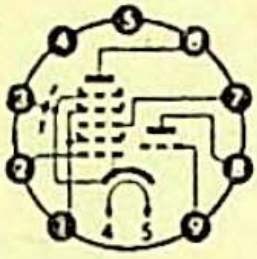
Sockelschaltbilder UCC 85 . . . UY 85

26 V 0,1 A



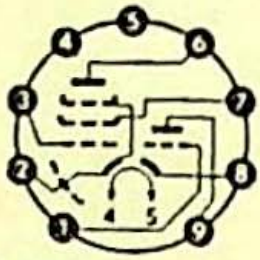
UCC 85

19 V 0,1 A



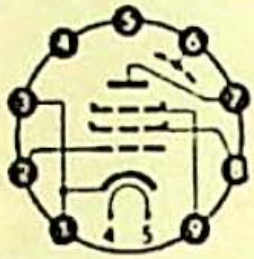
UCH 81 19D8

50 V 0,1 A



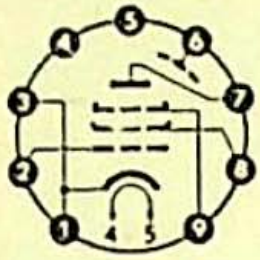
UCL 82 10PL12

19 V 0,1 A



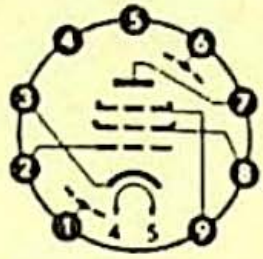
UF 80 19BX6

19 V 0,1 A



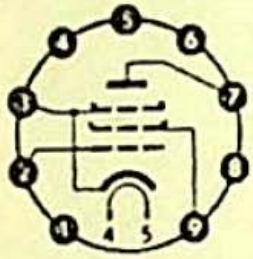
UF 85 19BY7

12,6 V 0,1 A



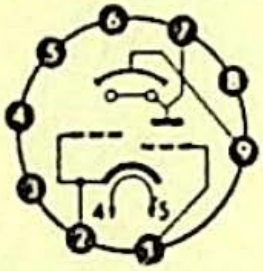
UF 89 12AD6

45 V 0,1 A



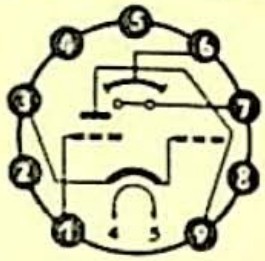
UL 84 45B5

18 V 0,1 A



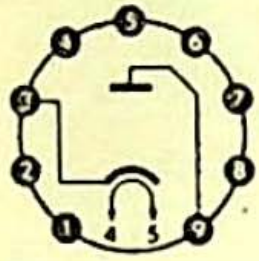
UM 80

19 V 0,1 A



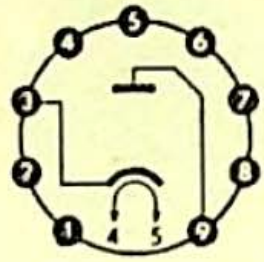
UM 85

55 V 0,1 A



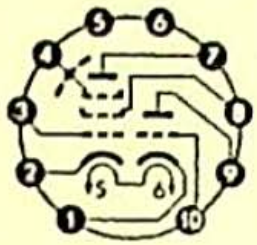
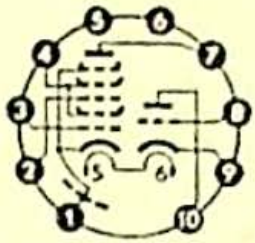
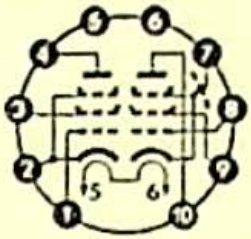
UY 82 55N3

38 V 0,1 A

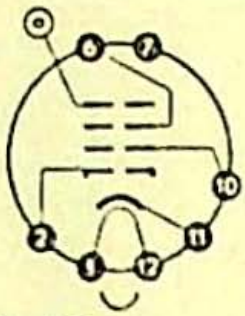


UY 85 38A3

Sockelschaltbilder Ergänzungen

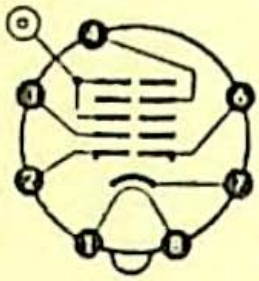
8 V 0,3 A	9 V 0,3 A	17 V 0,3 A
		
PCF 200	**PCH 200**	**PFL 200**

6,3 V 0,3 A



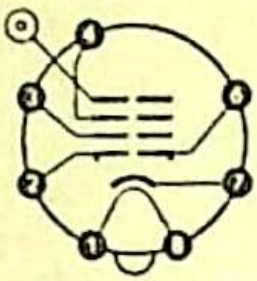
AW 43-20
AW 43-80
AW 53-80

6,3 V 0,3 A



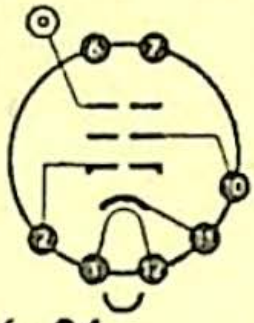
AW 43-88
AW 47-91 A 59-11 W
AW 53-88
AW 59-12 W A 59-16 W
AW 59-80
AW 61-88 AW 59-91

6,3 V 0,3 A



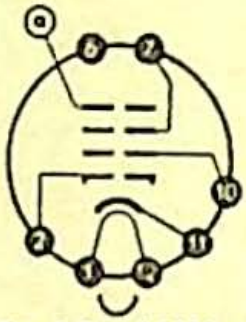
AW 43-89

6,3 V 0,3 A



MW 36-24
MW 43-61

6,3 V 0,3 A

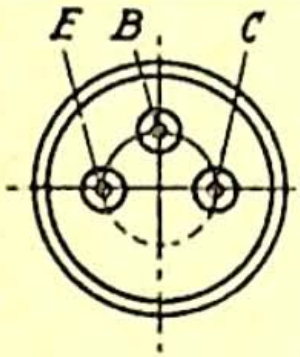


MW 17-69 **MW 43-64**
MW 36-44 **MW 43-69**
MW 53-20 **MW 61-80**
MW 53-80 **MW 43-43**

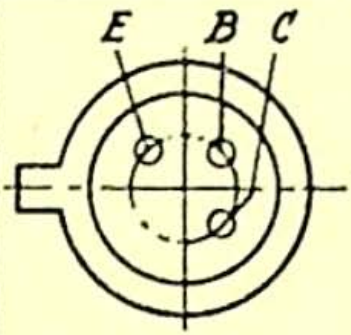
Die Wiedergabe der Sockelschaltbilder erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Telefunken G·m·b·H aus dem Taschenbuch »Röhren und Halbleiter«

Seite
35

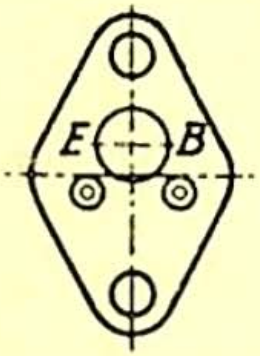
Transistor-Anschlüsse



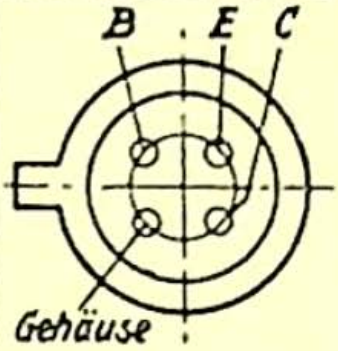
To - 1



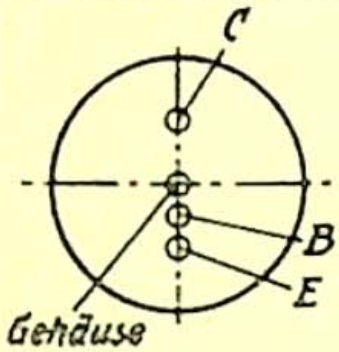
To - 18



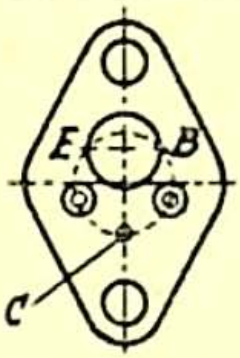
To - 3



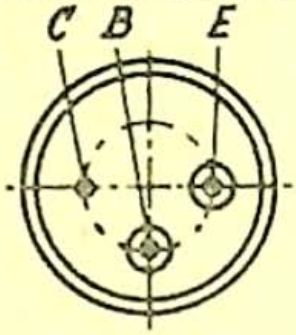
To - 18 lg.



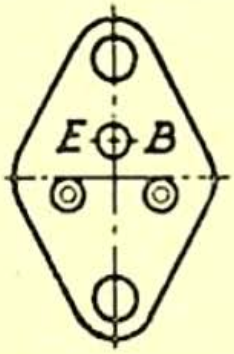
To - 7



To - 41



To - 8



SOT - 9

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

Farbencode für Widerstände und Kondensatoren 2
Formeln für Gleichstrom 3
Formeln für Gleichstrom 4
Formeln für Wechselstrom 5
Resonanzkreise, RC-Filter, Begriffe 6
Transformator, Erweiterung des Meßbereichs . . 7
Schlüssel zur Röhren- und Transistor-Bezeichnung 8
Röhren-Daten und -Kennlinienfelder 9
Transistoren/Halbleiterdioden 10
Transistor-Prüfung, Batterie-Schaltungen 11
Dimensionierung von NF-Spannungsverstärker-stufen 12
Dimensionierung von NF-Endverstärkerstufen . . 13
Lautsprecher 14
Netzgleichrichter 15
Abgleich des AM-Superhets 16
Belastbarkeit von Widerständen 17
Kennzeichnung der Belastbarkeit von Widerständen 18
Kennzeichnung der Belastbarkeit von Widerständen 19
Normenreihen für Einzelwerte 20
Umrechnung Zoll/Millimeter. Amerikanische Drahtlehre 21
Relativer Pegel in Dezibel 22
Belastbarkeit von Drähten in Wicklungen 23
Sockelschaltbilder . . . . . 24—34
Transistor-Anschlüsse 35

In gleicher Ausstattung erschienen im gleichen Verlag.

Formelsammlung für das Metallgewerbe	Nr. 1
Formelsammlung für das Elektrogewerbe	Nr. 2
Das Büchlein vom guten Ton	Nr. 3
Merkbüchlein für die Werkstoffkunde des Metallgewerbes	Nr. 5
Formelsammlung für das Kfz.-Gewerbe	Nr. 6
Formelsammlung für das Bau- und Holzgewerbe	Nr. 7
Merkbüchlein zur Bürgerkunde	Nr. 9
Merkbüchlein zur Wirtschaftskunde	Nr. 10

Unsere kleinen Formel- und Merkbüchlein sind für viele tausend junge Menschen, die sich fortbilden wollen, zu einem Begriff geworden Jahr für Jahr greifen ungezählte Lehrlinge und Gesellen zu den Heftchen, um sich auf die Gesellen- und Meisterprüfung vorzubereiten oder den durchgenommenen Wissensstoff zu wiederholen. Aber auch der erfahrene Fachmann schätzt unsere Kleinbuch-Reihe; er lobt die klare und übersichtliche Anordnung der Tabellen und Erklärungen und begrüßt es, daß er sein Gedächtnis nicht mehr mit Formeln und Zahlen zu belasten braucht.

Wilhelm Bing Verlag
354 Korbach